图书情报工作
第 64 卷 第 10 期 2020 年 5 月

美国公共图书馆 STEM 教育实践与启示*
——以爱达荷州图书馆委员会 STEM 教育项目为例

■ 刘杰　许春漫
福建师范大学社会历史学院图书馆学系　福州 350007

摘　要：[目的/意义]通过对美国爱达荷州图书馆委员会 STEM 教育项目进行个案研究，为我国公共图书馆开展 STEM 教育提供借鉴。[方法/过程]通过网络调查法对美国爱达荷州图书馆委员会 STEM 教育项目进行调查，并对项目的实施情况进行分析，总结其特点，在此基础上对我国公共图书馆开展 STEM 教育提出建议。[结果/结论]指出我国可以从成立公共图书馆 STEM 教育委员会，将阅读推广嵌入 STEM 教育中，促进 STEM 教育与创客教育融合发展，重视成人 STEM 教育等方面着手，推动公共图书馆 STEM 教育向纵深发展。

关键词：美国公共图书馆　STEM 教育　启示
分类号：G251.3
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2020.10.015

1　引言

STEM 是科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）和数学（Mathematics）4 门学科的英文缩写，这一概念最早由美国国家科学委员会（National Science Board）于 20 世纪 80 年代提出，旨在打破学科壁垒，培养学生实践创新能力及跨学科解决问题的能力，以期为美国在全球化竞争中保持领先地位输送更多 STEM 领域的人才。此后，STEM 作为一个新概念引起了美国政府的持续关注，并出台了一系列的政策、法案，助力 STEM 教育在美国的深入推进，2007 年由美国国会通过的《美国竞争力法》将 STEM 教育写入法律，STEM 教育被提到了前所未有的高度[1]。由于 STEM 教育偏向理工科层面的跨学科融合，忽视了对人文和社会科学的关注与重视，美国学者 G. Yakman 又提出 STEAM 教育，其中"A"（Art）包含较广泛的人文艺术科目，涵盖社会研究、语言、形体、音乐、美学和表演等[2]。

尽管学校是开展 STEM 教育的主阵地，然而学生在校的时间是有限的，校外 STEM 教育项目就成了保障 STEM 教育长期、可持续开展的必要补充。有研究表明，高质量的校外项目可以激发公众的 STEM 兴趣，使他们获取更多的知识和技能，还能增加他们从事 STEM 职业的可能性[3]。因此，美国校外机构如公共图书馆、教育团体、企业、社区等纷纷开始支持 STEM 教育。美国 STEM 教育政策将公共图书馆作为开展 STEM 教育的重要机构，如在白宫和美国 STEM 教育委员会（The Committee on STEM Education）联合发布的《制定成功路线：美国 STEM 教育战略》报告中，将公共图书馆作为开展 STEM 教育的重要战略伙伴[4]；美国教育部发布的《STEM 2026》报告中将 STEM 学习的协作网络称为"参与、互联的实践社区"，公共图书馆被视为该社区中的一员[5]。

当前，美国公共图书馆 STEM 教育的实践探索已经取得了长足进步，呈现出常态化趋势。在一项 2016 年对全美公共图书馆开展 STEM 教育的情况调查中，455 名参与调查的馆员有 29% 表示他们的图书馆"经常"（每月一次以上）开展 STEM 教育，有 26% 表示他们的图书馆"每月一次"开展 STEM 教育[6]。美国公共图书馆 STEM 教育项目各具特色、形式多样，如马里兰州立图书馆与当地 STEM 节（STEM Festival）的组织者合作，在公共图书馆、学校以及社区推广 STEM 教育，为 STEM 学习打造动态空间；米苏拉公共图书馆在其

* 本文系福建师范大学社会科学高级别课题培育项目"公共图书馆开展创客教育的实践路径研究"（项目编号：VG-1824）研究成果之一。
作者简介：刘杰（ORCID：0000-0002-2394-8596），硕士研究生；许春漫（ORCID：0000-0003-1532-8466），教授，通讯作者，E-mail：fzxucm@126.com。
收稿日期：2019-09-06　修回日期：2019-10-27　本文起止页码：136-145　本文责任编辑：王传清

合作方米苏拉食品银行内创建“EmPower Place”，该学习中心提供科学展览、儿童和青少年读物以及识字和STEM编程服务；马萨诸塞州公共图书馆与学校图书馆合作推出了“科学无处不在”(Science Is Everywhere)项目，该项目专为小学生和他们的家庭设计；克利夫兰公共图书馆的“绿色科学机器”(Mean Green Science Machine)项目旨在为2－7年级的学生提供早期接触各种STEM主题的机会，培养他们对STEM职业的认同感。在众多STEM教育项目中，爱达荷州图书馆委员会(The Idaho Commission for Libraries，ICfL)的STEM教育项目较具典型性和代表性。首先，项目内容呈现多样化特征，目前已实施包括NASA@我的图书馆(NASA@ My Library)、图书馆创客(Make It at the Library)、图书馆暑期STEM(Summer STEM From Your Library)、趣味数学与科学(Fun with Math & Science)、青少年科技周(Teen Tech Week)在内的5个子项目，全面涵盖STEM教育的各个学科领域。其次，项目吸引了众多州内公共图书馆参与，规模较大，以“图书馆暑期STEM”项目为例，2018年共有47所参与馆[7]，为超过66 000名用户提供了服务[8]。最后，有的子项目已连续举办多年，并逐渐扩大影响范围，如“图书馆创客”项目始于2013年，因成功将STEM教育和创客教育进行有机融合而获得全国关注，并在“国会山创客大会”(Capitol Hill Maker Faire)、“公共图书馆与STEM”(Public Libraries and STEM)等重要的业内会议上与同行分享经验[9]。目前，国内外尚未有关于该项目的研究文献，因此本文将其作为个案调研对象，以ICfL网站上“STEM PROGRAMS”栏目[10]发布的项目信息和新闻报道为基础，结合各子项目参与馆在其网页、Facebook上发布的相关内容，对项目的实施情况进行汇总分析，总结其特点。需要指出的是，由于本文聚焦STEM教育在公共图书馆的实践探索，因此对参与各子项目的其他类型图书馆不做调研。

2 研究现状

国外学者对公共图书馆开展STEM教育的理论研究已较为深入，主要涉及合理性、优势、挑战、策略与建议等4个方面。

许多研究从公共图书馆的使命与宗旨、职能以及STEM学习生态系统构建等角度探讨了公共图书馆作为非正式教育机构开展STEM教育的合理性。公共图书馆使命和宗旨的核心是为个人和社区提供获取知识的途径，开展STEM教育为公共图书馆在互联网时代履行这一使命和宗旨提供了可能[11]。在STEM学习生态系统中，公共图书馆可以作为除家庭、工作场所(或学校)之外进行STEM学习的第三空间[12]，通过为每个人提供免费的STEM教育资源，帮助塑造社区的生活与文化[13]。

公共图书馆作为开展STEM教育的非正式机构，也有其相较于正式STEM教育机构的明显优势，如公共图书馆开展STEM教育系列实践活动能让学生接触到同龄的孩子、家长以及社区内的其他成员，营造一种共享体验[14]；儿童和青少年可以学习机器人学、天文学和考古学等在学校课堂中不太可能接触到的主题[12]；他们在图书馆学习STEM课程不会被评估或打分，可以在一个无压力的环境下玩耍并寻找灵感[15]；公共图书馆开展STEM教育有助于解决STEM教育的公平性问题，缩小“机会差距”[16]。

公共图书馆开展STEM教育面临的挑战也受到关注，主要涉及资金、资源、师资建设、课程设计等方面，如馆藏建设对STEM教育的开展起着重要的支撑作用，而STEM文献老化速度快，图书馆面临的资金短缺问题可能无法使STEM文献资源得到及时更新[17]；馆员缺乏教授STEM课程的信心[6]；此外馆员与STEM教师合作关系的建立和课程设计也面临考验，包括教师缺少时间、得不到学校和图书馆方面的行政支持、STEM课程的不断变化等[18]。

学者们还对公共图书馆开展STEM教育提出了策略与建议。在课程设计上，图书馆应与学校教师合作，使图书馆STEM教育内容与课堂教学保持一致，并将科学概念与日常生活相结合，激发学生的兴趣[19]。STEM教育项目实施前应对所服务社区的需求和资源进行评估，并进行有效营销[20]；项目实施后应评估项目效果，并进行监测和跟踪[21]。公共图书馆开展的STEM教育应具有便利性和公平性，以确保弱势群体参与[21]。

我国在该领域的研究才刚刚起步，周佳贵以美国公共图书馆“星网络”项目为例，对其开展STEM教育的情况进行了分析，并为打造适合我国公共图书馆的社会教育活动提出建议[22]；王阳对美国费耶特维尔公共图书馆依托创客空间开设STEAM课程的情况进行了介绍[23]；谢守美等分析了深圳图书馆在创客教育和服务中所体现的STEAM理念[24]。可以看出，我国专门探讨有关公共图书馆开展STEM教育的研究还很缺乏，更多的探讨被置于与创客空间服务或创客教育有关的研究之中，尚未就STEM教育在公共图书馆的开

展形式和实施路径作更深入的分析。鉴于此，本文将基于已有理论研究所提供的观察视角和阐释路径，对 ICfL 的 STEM 教育项目进行深入调研，以期能为我国公共图书馆开展 STEM 教育提供有益启示。

3 爱达荷州图书馆委员会 STEM 教育项目的实施

ICfL 成立于 2006 年，其使命在于帮助爱达荷州内的图书馆提升为其所在社区服务的能力，以满足本州公民不断变化的信息需求。STEM 教育项目是 ICfL 为履行这一使命而实施的众多项目之一，州内图书馆通过申请参与该项目中各子项目的实施，并获取 ICfL 提供的信息、资源、培训以及技术支持。

3.1 "NASA@我的图书馆"子项目

"NASA@我的图书馆"是一项由 ALA 公共项目办公室与美国太空科学研究院全国互动学习中心、太平洋科学中心、科学基石组织和教育发展中心合作发起的 STEM 教育计划，旨在为全美的图书馆用户提供更多的 STEM 学习机会，包括目前接受 STEM 教育不足的地区和人口[25]。

ICfL 是与其开展合作的 18 家州级图书馆机构之一，并通过该项目提供的两个工具包帮助州内公共图书馆开展相关活动，时间从 2019 年 2 月持续到 12 月，其具体运作模式为：公共图书馆在活动开始前的 3－4 周通过 ICfL 网站提交工具包预定申请，ICfL 审核通过后将为该图书馆免费运送工具包，同时将预定馆的信息（馆名、地址以及预订人的联系方式等）添加至网站的"预定日历"中，供当地居民了解，也为其他馆的预定安排提供参考。预定馆将拥有工具包为期两周的使用权，并签署一份使用协议，包括对活动进行宣传；活动结束后完成调查问卷表；归还工具包时填写盘点表；按时归还工具包。

借助工具包中提供的指南、配套教材和可循环利用的器材，各公共图书馆可以开展形式多样的 STEM 教育活动（见表 1）。其中，"太阳－地球－月亮"工具包旨在帮助参与者理解自己在太空中的位置以及太阳、月亮对地球的影响；"成为 NASA 侦探——扩展你的感官"工具包旨在帮助参与者更好地使用科学工具并根据自己的观察做出预测。ICfL 网站提供了介绍两个工具包概况的视频，视频简要介绍了其中包含的工具以及可开展的活动，另外 ICfL 网站又为主要活动配套了更为详细的教学视频，涉及活动流程、器材使用方法、场地安排等细节。

表 1 "NASA@我的图书馆"活动项目

工具包	活动主题	提供的工具	参与对象
"太阳－地球－月亮"工具包	月食、日食模拟	全套演示器材	7 岁以上青少年、家庭、公众
	紫外线检测	紫外线敏感珠、紫外线手电筒等	青少年、家庭
	分类游戏：大小、距离、温度	分类卡片	不限
	"跳跃"到木星	星球替代物	不限
	太阳观测	观测望远镜	13 岁以上青少年、成人
"成为 NASA 侦探——扩展你的感官"工具包	行星派对	台式/双筒望远镜、寻星仪、月球地图	不限
	袖珍太阳系	纸带、彩笔	7 岁以上青少年、家庭、公众
	疯狂月相	无	小学生、青少年、家庭
	艺术与宇宙	彩笔	不限
	内部探秘	填充式"星球"、磁铁、天平、指南针、大理石、红外温度计等	不限

3.2 "图书馆创客"子项目

2013 年，ICfL 推出了"图书馆创客"子项目，为图书馆创客空间建设提供必要的资源和培训，以支持其开展基于 STEM 的教育活动。第一年参与试点的 5 家图书馆均取得了超预期的效果，吸引了众多的青少年和家庭[26]，此后每一年 ICfL 都不断吸纳新的成员馆参与其中。为推进项目的深入发展，ICfL 采取了如下措施：

（1）鼓励参与馆分享经验。2019 年召开的"创客盛典"区域培训会将科达伦公共图书馆等 10 家图书馆富有创意的创客活动作为最佳实践案例，向参与该项目的其他图书馆推广（见表 2）。各馆分享了通过创客活动开展 STEM 教育的创意点子及主要经验，如帕耶特公共图书馆推广的"纸板椅"活动以基于项目的协作学习方式，允许学生利用除纸板外的其他材料进行设计制作，引导他们思考不同材料在工业设计中所产

生的影响；伯利公共图书馆推广的“糖果发射器”活动为学生发放可视化手册，指导学生利用冰棒棍、塑料勺、橡皮筋等材料制作发射器，基于开放式问题让学生在讨论中理解夹角、轴距与速度、力量之间的关系以改良作品，通过工程问题将科学、技术、数学等知识贯穿其中。

表2 “图书馆创客”项目具有代表性的创客活动

创客活动	图书馆	参与对象	STEM教育的经验
无人机俱乐部	科达伦公共图书馆	8-18岁青少年	平衡教学与实践
纸上“STEAM”	波特纳夫区图书馆	9-15岁青少年	以青少年为主导
衣物修补	马歇尔公共图书馆	不限	亲子互动
气球动力车	德玛里纪念图书馆	6-18岁青少年	培养竞争与合作精神
纸板椅	帕耶特公共图书馆	2-12年级	基于项目的协作学习
糖果发射器	伯利公共图书馆	3-7年级	以开放式问题引导讨论
作物种植	埃米特公共图书馆	1-12岁青少年	增加活动的趣味性
冰棒棍链式反应	库纳图书馆	5年级以上青少年	示范讲解
创造新物种	子午线图书馆	8-18岁青少年	鼓励展示和分享作品
机械手臂制作	艾达社区图书馆	8-12岁青少年	激发不同的设计方案

（2）鼓励参与馆充分利用馆藏资源制作创客工具包。多个参与馆将馆藏资源（书籍、杂志、DVD等）、在线资源（网站、视频教程）和实物相结合，开发“Make It, Take It”工具包供用户借用。用户通过工具包中提供的器材，并扫描工具包上的二维码获取配套书籍和数字资源，即可在馆外开展创客活动，接受STEM教育。ICfL在其网站上共享了熊湖县图书馆和子午线图书馆所开发的50余个主题工具包，包括“造纸术”“太阳能机器人”“蛋糕装饰”“马铃薯时钟”和“自行车修理”等活动的工具包。这一举措充分利用了图书馆的馆藏优势，又不将STEM教育局限于馆内，大大提高了举办活动的灵活性。

3.3 “图书馆暑期STEM”子项目

“图书馆暑期STEM”项目旨在支持图书馆在暑期推广STEM教育，其目标包括：为教育资源短缺地区的青少年提供更多有趣、吸引人且具有实践性的STEM活动；增加青少年在暑期阅读书籍的机会；帮助青少年减缓暑期学习能力的退化。为此，ICfL采取了三大举措：

（1）多方合作。该项目得到了爱达荷州STEM行动中心（Idaho STEM Action Center）的资助，由ICfL向参与馆发放600美元补助，供图书馆购买活动所需的书籍、器材或聘请演讲者。同时，参与馆还可与其他组织展开合作，如萨蒙公共图书馆与可汗学院（Khan Academy）共同举办“代码之夏”活动，为2-12年级的学生开设编程入门课；福尔斯公共图书馆与当地百老汇艺术中心联手，将艺术课程引入STEM活动；库纳图书馆与当地非营利教育组织RISE合作，为参加活动的青少年提供免费午餐和书籍。

（2）内外联动。ICfL要求参与馆将半数左右的活动放在馆外举办，以扩大项目影响力，拓宽STEM教育的内涵，如卡米艾社区图书馆在当地小学举办的户外创客营包括电子贺卡设计、肥皂制作等活动；博伊西巴辛区图书馆组织青少年到当地的池塘钓鱼，以亲近大自然；喀斯喀特公共图书馆为全程参与暑期STEM活动的青少年提供免费的漂流机会。馆内活动则可根据ICfL为项目编写的教材来开展，内容涵盖STEM教育的各个学科，如“曼妥思与苏打水”（科学）、“数据包传递”（技术）、“钓鱼竿的滑轮装置”（工程）、“几何木块拼接”（数学）等，教材重点阐述了各个活动的教学目标和相关知识点，并将每一个活动中涉及的科学概念编列成单词表，如“能量”“气态”等，帮助学习者构建STEM词汇。

（3）夏日阅读。保证青少年在暑假继续学习，是解决“暑假滑坡”的有效方法，阅读能力的提升也能为学习STEM技能奠定坚实的基础，因此ICfL鼓励参与馆开展与STEM学习相融合的夏日阅读活动，如艾达社区图书馆分别为儿童、青少年和成人设计了“夏日阅读日志卡”，读者完成规定的阅读量并参与卡片上的活动即可到图书馆挑选免费书籍，活动包括用汽水瓶造火箭、阅读一本与太阳系有关的书、星座观测与识别等。

3.4 “趣味数学与科学”子项目

“趣味数学与科学”是针对学龄前儿童的STEAM教育项目，通过举办工作坊（workshop）邀请家长和儿童共同参与阅读、游戏等活动，为孩子们提供创造、设计、探索周围世界和解决问题的机会，帮助他们在“玩”的过程中掌握早期数学和科学技能。ICfL为参

与该项目的图书馆提供书籍、STEAM 工具、活动手册、在线游戏等资源。工作坊主要以故事会、小游戏、家庭学习等 3 种形式展开。

(1)故事会。故事会将数学和科学知识融入故事时间,整合 STEAM 和识字教学。如北宾厄姆县图书馆在圣诞节来临之际举办"铃儿响叮当"故事会,为儿童讲解圣诞老人的故事,并指导他们制作铃铛来理解振动发声的原理;博伊西山顶区图书馆在情人节组织儿童阅读与心脏有关的科普读物,学习心跳、节奏等概念,并让父母帮助孩子找到脉搏进行观测,之后与孩子一起舞蹈,感受脉搏的变化。

(2)小游戏。通过图书馆提供的工具、材料,父母和孩子可以在亲子互动中体验"玩中学"的乐趣。如博伊西科利斯特区图书馆组织的"人体 STEAM"活动,家长和孩子可以在不同的"STEAM 小站"探索人体奥秘,如骨架搭建、人脑分区上色、器官排列等;圣玛丽公共图书馆的"数学 & 科学工作坊"为家长和儿童设立了 5 个动手实践站,主题包括昆虫、太阳系、磁铁探秘、橡皮泥 DIY 等。

(3)家庭学习。家长是孩子的第一位老师,家是孩子学习的重要场所。ICfL 开发了一款在线棋牌类游戏,将优质少儿网站的网址嵌入其中,家长和孩子在家中点击鼠标就能进行科学实验和数学、益智类游戏。此外,每一个参加工作坊的家庭都将获赠一本由 ICfL 提供的《101 个伟大的科学实验》,使家长能在图书馆之外继续帮助孩子学习数学和科学知识。

3.5 "青少年科技周"子项目

青少年科技周(Teen Tech Week, TTW)是由美国青少年图书馆服务协会(Young Adult Library Services Association,YALSA)发起的一项全国性活动,主要面向青少年、家长、教育者以及其他相关人员,其目的是促进青少年对图书馆电子书、电子阅读器、数据库、有声读物等非纸质资源的利用,确保青少年成为合格且遵守道德规范的数字媒体用户[27]。TTW 始于 2007 年,于每年 3 月的第 2 周举办,全美各地的公共图书馆均可通过活动网站注册参与,并免费下载由 YALSA 提供的工具包、宣传海报、logo 等资源。ICfL 积极推进 TTW 在爱达荷州的开展,采取"线上 + 线下"的方式邀请技术专家和青少年服务馆员为参与馆提供培训,其内容依 TTW 历年的主题变化而作出调整,如 2011 年的主题为"混搭@ 你的图书馆",鼓励青少年利用图书馆资源创作自己的在线内容,因此培训课程包括短视频拍摄和编辑技术,以便馆员能在科技周期间与青少年分享;2014 年的主题为"DIY@ 你的图书馆",课程聚焦创客活动,并讨论了图书馆如何加强与社区的伙伴关系、如何评估活动效果及影响等话题。各参与馆则自行对活动进行设计,笔者归纳列举爱达荷州代表性公共图书馆近 5 年 TTW 开展情况(因 YALSA 决定对 TTW 进行重新构想,2019 年活动停办,故列举年度为 2014 - 2018 年),如表 3 所示:

表 3 2014 - 2018 年爱达荷州代表性公共图书馆 TTW 开展情况

年度	主题	代表性图书馆	活动
2014	DIY@ 你的图书馆	伯利公共图书馆	网页制作、书籍宣传片拍摄
2015	图书馆:为了制造	花园城市公共图书馆	"电影魔法"、视频剪辑、"点亮"笔记本
2016	创造@ 你的图书馆	考德威尔公共图书馆	3D 打印车竞速、乐高建筑大赛
2017	成为变革之源	科达伦公共图书馆	二维码寻宝、定格动画制作、电子竞技
2018	图书馆:为了创造	福尔斯公共图书馆	青少年编程、书籍封面制作

从表 3 中可以看出,虽然历年主题稍有不同,但都反映出以图书馆为中介,促进青少年与技术相连接的愿景,注重将游戏、竞赛、讲座等元素融入活动之中,如考德威尔公共图书馆的乐高建筑大赛同时设有乐高视频游戏组;花园城市公共图书馆邀请电影特效师为青少年分享电影道具制作和特效技术经验,达到了寓教于乐的目的。此外,ICfL 还组织对各馆的活动方案进行评选,并为优胜者颁发奖品。

通过对比分析可以看出,各子项目互为补充,协同发展。在项目开展时间方面,既有日常项目,如"图书馆创客"和"趣味数学与科学",使图书馆开展的 STEM 教育能够贯穿全年,增强了活动的延续性;又有时点项目,如"NASA@ 我的图书馆""图书馆暑期 STEM"以及"青少年科技周",不仅丰富了 STEM 教育的形式,也能够将公共图书馆的 STEM 教育活动推向高潮,迅速提升公众对 STEM 教育的关注度,起到了很好的宣传效果。在活动内容方面,各子项目各有侧重,"NASA@ 我的图书馆""青少年科技周"和"趣味数学与科学"重点关注 STEM 教育中的科学、技术和数学,而"图书馆创客"和"图书馆暑期 STEM"项目更具综合性,许多活动体现了跨学科整合的教育理念。在面向对象上,"趣味数学与科学"针对学龄前儿童,"图书馆创客"和"青少

年科技周”重点面向青少年，而“NASA@我的图书馆”和“图书馆暑期STEM”除了面向儿童和青少年，还为成人提供服务，可以说，ICfL的STEM教育项目的面向对象实现了从儿童、青少年到成人的全面覆盖。

4 爱达荷州图书馆委员会STEM教育项目的特点

4.1 体现STEM教育公平性、多样性和包容性

STEM教育的全面发展，有赖于全体社会成员能公平地接受STEM教育，然而许多研究表明，种族、性别、区域、社会经济地位等因素的差异造成了人们在接受STEM教育及从事STEM职业时的分化。根据美国国家科学基金会的最新调查，女性获得STEM学士学位的比例已与男性相当，但学科类别集中于心理学和生物学，工程学、计算机科学等领域的比例均只有20%左右。此外，黑人或非洲裔美国人、西班牙裔或拉美裔美国人、美国印第安人或阿拉斯加原住民等少数族裔在STEM领域的从业比例，也远远低于他们在美国人口中的占比[28]。因此，促进教育公平，提高各类群体对STEM教育的可及性就成为美国STEM教育的愿景之一。ICfL积极践行这一理念，以增强STEM教育的公平性、多样性和包容性：

（1）网络化布局。ICfL倡导多方合作，强调以公共图书馆为中心，搭建跨部门、多层次、网络化的STEM生态体系，所规划的多个子项目鼓励参与馆将STEM活动拓宽到家庭、学校、社区以及更大的社会环境中，而不再局限于馆内，如“图书馆创客”项目中可供在任何地方开展活动的“Make It，Take It”工具包，“趣味数学与科学”项目中的家庭学习，“图书馆暑期STEM”项目中的户外活动等，通过优质STEM教育资源的广泛覆盖和社会资源的充分调动，为学习者提供泛在、混合的教育机会。

（2）多元参与。ICfL关注STEM学习者的多样性，如在“NASA@我的图书馆”项目中，ICfL要求参与馆对如何让少数族裔、贫困人口、残疾人、女性等弱势群体接触到活动做出说明，并优先为解决这一问题的图书馆配送工具包；为“图书馆暑期STEM”项目编写的教材兼有英文和西班牙语两种版本。

4.2 建立项目跟踪与评估机制

为了确保STEM教育的开展质量，并为之后的项目规划和支持方向提供参考，ICfL要求参与馆在活动结束后填写在线总结报告，以便进行跟踪和评估。报告内容主要涉及以下4个方面：①活动开展情况的调查，如活动举办的时间、地点、形式、参与人数等；②活动效果的反馈，如活动的举办是否使社区受益？学生能否描述在活动中所学的知识？③项目经验的收集，如活动的成功之处、经验教训，是否与社区组织展开合作？在合作的过程中又有哪些益处和挑战？④参与馆对ICfL所提供服务的满意度调查，，如ICfL提供的资源是否满足了图书馆的需求、项目的实施是否改善了图书馆对公众的服务等，主要以李克特量表的形式要求参与馆进行打分。此外，参与馆还可对项目提出意见和建议。可以看出，ICfL对各子项目的跟踪与评估涉及参与者、项目和社区3个层面，以点面结合式的评估对参与馆在项目实施环节进行切实有效的监管，同时还有利于形成对项目规划的科学评价，为日后新项目的开发与现有项目的完善提供基于实践的证据性支持。

4.3 注重师资队伍建设

STEM教育要求相关馆员具备跨学科的综合素养，而馆员的学科背景往往比较单一，因此加强馆员培训，并与专业教师展开合作就成为公共图书馆STEM教育可持续发展的重要保证。

ICfL通过现场培训、网络研讨会等形式为馆员介绍项目概况、服务重点，讲解活动设计的方法与思路，如每年召开一次的“图书馆创客”项目培训会除了鼓励各馆之间的经验分享外，还着重讲解了创客文化以及如何利用“设计思维（Design Thinking）”搭建起创客教育与STEM教育之间的桥梁；“趣味数学与科学”项目研讨会针对学龄前儿童的特点，指导馆员基于探究式学习为他们提供STEM教育。ICfL通过这一系列举措提高了馆员对STEM的本质认识和STEM教育素养，并增强了图书馆开展STEM教育的能力。同时，ICfL还为参与馆做好资源推介工作，在其网站上收集了与STEM教育有关的书单、报告、博客文章以及其他地区图书馆的建设案例和创意活动。

ICfL倡导与专业教师和志愿者合作，通过整合社会力量，以应对馆员能力不足和精力有限的挑战，如在“NASA@我的图书馆”项目中，ICfL鼓励参与馆邀请NASA“太阳系大使”项目的志愿者为公众分享太空探索的最新发现；在“图书馆暑期STEM”项目中，ICfL招募兼职教育工作者到各个公园进行宣传，包括为儿童朗读、分发书籍、组织STEM活动、收集项目数据和信息等，申请者通过邮箱提交个人简历和岗位申请说明，申请条件包括拥有驾照、与年轻人共事的经历、在夏季

开展户外活动的身体条件等，ICfL 为符合条件的人员安排面试，并优先考虑具备 STEM 或图书馆学科背景以及双语能力的申请者。

4.4 鼓励家庭参与

研究表明，家庭的积极态度与共同参与将有助于孩子在 STEM 领域取得成功[29]。然而，近三分之一的父母对自身的科学知识缺乏信心，无法指导孩子参与科学实践活动[30]，并且许多家长对课外和暑期 STEM 项目并不了解，也没有条件为孩子创造能够激发 STEM 兴趣的生活体验[31]。公共图书馆作为开展 STEM 教育的重要机构，其活动对家长开放，弥补了正规教育体系的不足，家长在陪伴孩子参与活动的过程中能够为孩子树立榜样，培养孩子对 STEM 学习的热情。ICfL 的“趣味数学与科学”项目就以工作坊的形式为家长和孩子营造出共同学习的氛围，此外在其他项目的实践中，也有不少参与馆的活动鼓励以家庭为单位进行参与。家长借由馆员的授课和培训，明确自己在孩子学习过程中所能发挥的作用，从而向孩子传达学习 STEM 的价值，促进 STEM 实践。

4.5 紧跟 STEM 教育发展潮流

自 G. Yakman 教授提出 STEAM 概念后，将 Art（艺术）学科融合进 STEM 教育中已成为许多学者的共识。STEAM 教育强调艺术对激发学生想象力和创造力的重要作用，它构成了创新的基本要素，如工程师在设计产品时就需要依靠想象力将概念转化为现实；同时，学生通过艺术还能更直观地理解 STEM 的复杂知识，增强 STEM 学习的吸引力。ICfL 紧跟 STEM 教育向 STEAM 教育转变的潮流，虽然其项目名称仍以“STEM”命名，但在子项目的规划中已出现“STEAM”的概念，如“趣味数学与科学”项目，受此影响，各参与馆在服务实践中也适时地加强了 STEM 教育的艺术性，促进人的全面发展，如波特纳夫区图书馆在开展暑期 STEM 教育期间，将每周四定为“艺术日”，相关活动包括“太阳系项链”“吸管火箭”“夜光画”等；TTW 期间各馆举办的“书籍宣传片拍摄”“定格动画制作”等活动也蕴含着艺术元素。

5 对我国公共图书馆开展 STEM 教育的启示

为了更好地了解我国公共图书馆 STEM 教育的现状，笔者对除港澳台外的 31 个省级公共图书馆网站和微信公众号进行调查，又以“（STEM + STEAM）* 图书馆”为关键词，分别在百度、必应和谷歌 3 个搜索引擎中对相关的网络媒体报道进行检索。以上两项调查结果表明，我国已有许多公共图书馆开展了 STEM 教育，如北京通州区图书馆于每周日为儿童和青少年举办“科技星期天”活动；上海图书馆在暑期举办少儿编程活动；山东省图书馆为 7 – 10 岁儿童开设“少儿科学公益课暑期班”；金陵图书馆通过“STEM 系列”课程不定期地为少儿带来天文学、化学、工程与技术等学科的教育活动；福建省图书馆邀请 Cola 实验室为 1 – 3 年级小朋友定制一场为期 3 天的 STEM 主题科学秀；广州海珠区图书馆的“STEM 科普系列活动”包括科普讲座、科普展览、科普阅读和亲子活动等。虽然我国公共图书馆已在 STEM 教育领域展开了积极探索，但也存在一些问题，如区域发展不平衡，教育实践活动主要集中于经济发达地区；课程多面向儿童和青少年，少有面向成人的课程；课程丰富性不足，一些馆的活动仅以 STEM 某一学科的学习为主，难以促进学生在 STEM 领域的深入学习；许多课程为单次或短期活动，连贯性较差。美国公共图书馆在开展 STEM 教育的理论研究和实践探索中都已走在前列，2015 年召开的“公共图书馆与 STEM”大会更进一步推动了 STEM 教育在美国公共图书馆的发展，而 ICfL 的 STEM 教育项目是其实践探索的一个缩影，对我国公共图书馆开展 STEM 教育有着很好的借鉴价值。

5.1 成立公共图书馆 STEM 教育委员会

爱达荷州公共图书馆积极开展 STEM 教育，并取得了显著的成效，这主要与 ICfL 的支持与规划有关。该委员会负责牵头各子项目的实施，包括自行规划设计的项目，以及与 ALA、爱达荷州 STEM 行动中心、YALSA 等组织机构进行合作的项目，在馆员培训、资源供给、资金保障等方面给予各参与馆大力支持，同时推进项目评估和经验共享。

目前，我国公共图书馆在开展各类活动时往往各自为政，缺乏政府机构和行业组织的统筹规划与指导，若开展 STEM 教育也由各馆自行探索与推动，则不利于公共图书馆建立 STEM 教育的长效机制。因此，可结合我国国情和发展现状，成立公共图书馆 STEM 教育委员会。这一委员会的设立可由中国图书馆学会作为发起者，各级图书馆学会协办，也可由各省公共图书馆主管机构牵头组建，以切实加强 STEM 教育的顶层设计、项目指导和资源支持，明确我国公共图书馆 STEM 教育的服务定位，不断推动 STEM 教育在公共图书馆的良性发展。

5.2 将阅读推广嵌入STEM教育中

STEM学科的学习要求具备良好的阅读能力，以及通过口头或书面形式将复杂的科学概念清晰地表达出来的能力。因此，图书馆有必要将阅读与STEM教学整合起来，这对于儿童和青少年来说尤为重要。ICfL"图书馆创客"项目中与工具包配套的电子书资源、"图书馆暑期STEM"项目中的夏日阅读活动、"趣味数学与科学"项目中的故事会等都是各参与馆将阅读与STEM教育相结合的有益尝试，这对于学习者在日后STEM领域的学习中理解专业术语以及日益复杂和相互关联的概念具有重要意义。

当前，我国的科技馆、博物馆等机构都在开展科普教育，图书馆如何在这一背景下将STEM教育办出特色，提高社会的认可度？笔者认为，充分发挥图书馆在阅读推广方面的经验，将阅读推广与STEM教学进行有机结合是重要的路径之一。为此，图书馆可采取以下3点举措：①结合STEM教学主题为学习者推荐阅读书目；②通过可视、可听、交互性强的数字化阅读，如AR图书以增强阅读的乐趣，同时还可培养学习者的数字素养；③辅以演讲、写作等环节，鼓励学习者在STEM课程中进行分享、记录，全面提升其听说读写能力。

5.3 促进STEM教育与创客教育融合发展

随着创客运动在国外图书馆界的广泛开展，近年来我国图书馆界也掀起了创客空间的建设热潮，并以此为依托将创客文化和教育相结合，开展创客教育，但综合来看，国内图书馆在创客教育上还没有形成成熟完善的课程体系，教学内容同质化严重，主要强调使用计算机、3D打印机等数字化工具进行"造物"，而不强调学科知识。创客教育若片面关注酷炫的技术，只强调小发明、小创造，则可能使其流于形式，对尚未夯实基础性学科知识的学生来说，"玩"的目的达到了，"学"的效果却不佳。STEM教育则强调对跨学科知识的掌握，鼓励学生将知识融会贯通以便解决真实情境中的现实问题，但也存在对创造力的培养重视不够的问题。由此可见，创客教育与STEM教育存在着内在联系，可作为开展STEM教育的一种形式，但必须植入STEM教育理念，以进行优势互补，促进融合发展。

ICfL的"图书馆创客"项目指导参与馆以设计思维为中介，将STEM元素融入创客活动，并为馆员介绍了多个设计思维的操作模型，如目前被广泛采用的由斯坦福大学设计学院提出的EDIPT模型，包含共情(Empathize)、定义(Define)、构想(Ideate)、原型(Protoype)、测试(Test)5个环节[32]。从其推广案例来看，各馆充分运用设计思维进行课程设计，如"气球动力车""纸板椅""糖果发射器"等活动将科学、技术、工程、数学等学科知识融入其中，引导学生建立同理心以发现问题，并利用STEM知识进行方案构想、设计实践和测试。我国公共图书馆开展STEM教育，可借鉴ICfL的做法，在创客活动中融入STEM知识，以设计思维为活动指导策略，在培养学生动手能力和创新思维的同时，也增强其对知识的获取与运用，最终实现STEM教育与创客教育的深度融合。

5.4 重视成人STEM教育

根据中国科协发布的最新调查结果显示，2018年中国具备科学素质的公众比例达到8.5%，这一比例在过去三年中得到了显著提升，但总体水平仍然不高[33]。毫无疑问，公众科学素质的提高将对中国建设世界科技强国发挥重要作用，正如习近平总书记在2016年召开的"科技三会"上所指出：没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。ICfL的STEM教育项目虽然主要面向儿童和青少年，但仍有不少参与馆的活动对成人开放，这也符合美国教育部对STEM教育项目的目标界定，即支持、强化小学、中学至研究生阶段的STEM学习，并重视成人STEM教育[34]。

我国公共图书馆开展STEM教育也应积极吸引成人参与，转变STEM教育只面向儿童和青少年的刻板印象，使公共图书馆成为成人重要的非正式STEM教育机构，这不仅能让更多的成人具备科学思维和STEM技能，从而提高对"伪科学""反科学"信息的辨别能力，还能促进他们通过学习与交流将所学知识转化为创新发展的强大动力。由于成人学习方式不同，公共图书馆在面向成人开展STEM教育时，应注意把握其与儿童、青少年STEM教育的差异。首先，由于成人的大脑已经发育完成，他们在接收新信息时无需建立新的神经通路，而会从现有的思维模式中汲取与这些信息的联系，因此图书馆应将课程内容与他们的兴趣和经历保持相关性，这样能让他们更好地学习[35]。其次，由于成人注重学习的实用性，本能地将更多的注意力放在对自己的生活有帮助的事物上[36]，因此，图书馆应充分调研所服务社区内成人学习者的需求，增强STEM课程的吸引力，并在此基础上尽可能贴合生活实际，使他们在日常生活中也能实践STEM技能。最后，由于成人为应对忙碌的工作与生活可能无法到馆学习，需要更加灵活的学习方式，因此图书馆可根据成人自学能力较强的特点，为他们提供在线课程、阅读推送

等服务。

6 结语

随着经济全球化和知识经济时代的到来,科技创新将成为经济与社会发展的重要驱动力,而科技创新驱动的实质是人才驱动。当前,中美之间的贸易摩擦凸显出科技创新人才培养的紧迫性,STEM 教育无疑将在其中发挥重要作用。公共图书馆是全民终身学习和继续教育的重要场所,理应助力我国科技创新人才的培养,为提升国家竞争力贡献力量。我国公共图书馆界应顺应时势,借鉴美国公共图书馆 STEM 教育的先进经验,积极开展 STEM 教育,为构建正式教育与非正式教育相辅相成的 STEM 学习生态系统提供有力支撑。

参考文献:

[1] BRAUNL W. The lowdown on STEM[EB/OL]. [2019-06-08]. https://americanlibrariesmagazine.org/2011/09/20/the-lowdown-on-stem/.

[2] 赵慧臣,陆晓婷. 开展 STEAM 教育,提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特・亚克门教授[J]. 开放教育研究,2016,22(5):4-10.

[3] Afterschool Alliance. STEM learning in afterschool: an analysis of impact and outcomes[EB/OL]. [2019-06-08]. http://www.afterschoolalliance.org/STEM-Afterschool-Outcomes.pdf.

[4] The White House. Charting a course for success: America's strategy for STEM education[EB/OL]. [2019-06-08]. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf.

[5] TANENBAUM C. STEM 2026: a vision for innovation in STEM education[EB/OL]. [2019-06-09]. https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf.

[6] HAKALA J S, MACCARTHY K, DEWAELE C, et al. STEM in public libraries: national survey results[EB/OL]. [2019-06-10]. http://ncil.spacescience.org/images/papers/FINAL_STEM_LibrarySurveyReport.pdf.

[7] Idaho Commission for Libraries. Board documents-Summer STEM [EB/OL]. [2019-10-22]. https://libraries.idaho.gov/wp-content/uploads/18-46-Summer-STEM.pdf.

[8] Idaho Commission for Libraries. The scoop[EB/OL]. [2019-10-22]. https://libraries.idaho.gov/wp-content/uploads/2018/12/Scoop-12-6-18Ssha.pdf.

[9] COMPTON E A. Make it at the library! [EB/OL]. [2019-10-22]. https://www.starnetlibraries.org/stem-in-libraries/what-is-stem/.

[10] Idaho Commission for Libraries' STEM PROGRAMS[EB/OL]. [2019-06-05]. https://libraries.idaho.gov/stem/.

[11] GARMERA K. Rising to the challenge: re-envisioning public libraries[EB/OL]. [2019-06-10]. https://csreports.aspeninstitute.org/documents/AspenLibrariesReport.pdf.

[12] BAEKJ Y. Public libraries as places for STEM learning: an exploratory interview study with eight librarians[EB/OL]. [2019-06-15]. http://ncil.spacescience.org/images/papers/Baek_Public%20Libraries%20as%20Places%20for%20STEM%20Learning.pdf.

[13] DUSENBERYP B. The STEM education movement in public libraries[J]. Informal learning review, 2014, 124(1):14-19.

[14] TILLINGHASTR C, PETERSENE A, FISCHERG L, et al. Expanding STEM outreach through multi-generational reach: establishing library based STEM programs[C]//2017 7th IEEE integrated STEM education conference (ISEC). Princeton: IEEE, 2017:168-174.

[15] American Library Association. STEM programming toolkit[EB/OL]. [2019-06-16]. http://go.sirsidynix.com/rs/sirsidynix1/images/STEMtoolkit.pdf.

[16] LOPEZM E, JACOBSON L, CASPE M, et al. Public libraries engage families in STEM[EB/OL]. [2019-06-17]. https://globalfrp.org/content/download/472/4130/file/GFRP_STEMPolicyBrief_2019.pdf.

[17] HOPWOOD J. Initiating STEM learning in libraries[J]. Children and libraries, 2012, 10(2):53-55.

[18] LATHAM D, JULIEN H, GROSS M, et al. The role of inter-professional collaboration to support science learning: an exploratory study of the perceptions and experiences of science teachers, public librarians, and school librarians[J]. Library &information science research, 2016, 38(3):193-201.

[19] SHARMAD M. Does STEM education belong in the public library? [J]. Public libraries, 2016, 55(2):17-19.

[20] ROBERSONT L. "STEM"-Ulating young minds: creating science-based programming @ your library[J]. Journal of library administration, 2015, 55(3):192-201.

[21] SHTIVELBAND A, RIENDEAU L, ROBERTSA W, et al. Implementing effective STEM programming in public libraries: eight recommendations[EB/OL]. [2019-06-15]. http://ncil.spacescience.org/images/papers/Research-White-Paper-121216.pdf.

[22] 周佳贵. 美国公共图书馆 STEM 教育实践——以"星网络"项目为例[J]. 图书馆论坛,2017,37(12):130-138.

[23] 王阳. 美国费耶特维尔公共图书馆创客空间服务研究及启示[J]. 国家图书馆学刊,2018,27(2):59-67.

[24] 谢守美,聂雯,赵文军. 深圳图书馆创客空间运行模式研究[J]. 图书情报工作,2018,62(16):22-27.

[25] American Library Association. Public libraries invited to apply for the NASA@ My Library STEM initiative[EB/OL]. [2019-07-05]. http://www.ala.org/news/member-news/2017/02/public-libraries-invited-apply-nasa-my-library-stem-initiative.

[26] LIPUST. Idaho libraries shake up the maker movement: creating makers, then spaces[EB/OL]. [2019-07-08]. https://thei-

daholibrarian. wordpress. com/2013/11/17/idaho-libraries-shake-up-the-maker-movement-creating-makers-then-spaces/.

[27] Teen Tech Week[EB/OL]. [2019－07－09]. https://wikis. ala. org/yalsa/index. php/Teen_Tech_Week.

[28] National Science Foundation. Women, minorities, and persons with disabilities in science and engineering[EB/OL]. [2019－07－20]. https://ncses. nsf. gov/pubs/nsf19304/digest/about-this-report.

[29] CASPE M, WOODST A, KENNEDY J. Promising practices for engaging families in STEM learning[M]. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2018:3－13.

[30] Bayer facts of science education XVII executive summary & key findings. [EB/OL]. [2019－07－23]. https://s3. amazonaws. com/rdcms-pta/files/production/public/Images/Bayer_Facts-Exec_Summary-2015. pdf.

[31] National Research Council. STEM learning is everywhere: summary of a convocation on building learning systems[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2014:26.

[32] STRATTER J. The role of design thinking in libraries[EB/OL]. [2019－07－23]. http://libraries. idaho. gov/files/Make%20It%20-%20Design%20Thinking. pdf.

[33] 喻思南. 中国人科学素质更高了[N]. 人民日报,2018－09－19(12).

[34] U. S. Department of Education. Report of the Academic Competitiveness Council [EB/OL]. [2019－07－25]. http://coalition4evidence. org/wp-content/uploads/ACC-report-final. pdf.

[35] RAUPPA B. Reveling in STEM education as an adult learner[EB/OL]. [2019－07－26]. https://www. forbes. com/sites/forbestechcouncil/2019/04/19/reveling-in-stem-education-as-an-adult-learner/#26a49fa03c9e.

[36] BORLAND J. Adult informal science education programs[EB/OL]. [2019－07－26]. https://www. informalscience. org/news-views/adult-informal-science-education-programs.

作者贡献说明：

刘杰：收集资料与撰写论文；

许春漫：提出论文选题、设计论文框架与修改完善论文。

The Practice and Enlightenment of STEM Education Implemented in American Public Libraries
——A Case Study of the Idaho Commission for Libraries' STEM Programs

Liu Jie　Xu Chunman

Department of Library Science, College of Sociology and History, Fujian Normal University, Fuzhou 350007

Abstract: [**Purpose/significance**] Based on a case study of the Idaho Commission for Libraries' STEM programs, this paper provides reference for the STEM education implemented in public libraries in China. [**Method/process**] Using Internet survey, this paper analyzed the implementation of the Idaho Commission for Libraries' STEM programs, and summarized its characteristics. On this basis, the study put forward suggestions for Chinese public libraries to carry out STEM education. [**Result/conclusion**] The corresponding suggestions include: establishing STEM education commission of public libraries; integrating reading and STEM education; promoting the integration of STEM education and maker education; emphasizing on adult STEM education.

Keywords: American public libraries　STEM education　enlightenment